



IX Latin American IRPA Regional Congress

Rio de Janeiro - Brazil

14 - 19 April 2013

Curso de Protección Radiológica en Tomografía Computarizada

Riesgos en Tomografía Computarizada

Ileana Fleitas Estévez





Organización Panamericana de la Salud

Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Beneficios y Riesgos

- En todos los procedimientos médicos existe un balance entre el beneficio y el riesgo.
- En la mayoría de los casos, el beneficio de los estudios radiológicos sobrepasa por mucho cualquier detrimento.





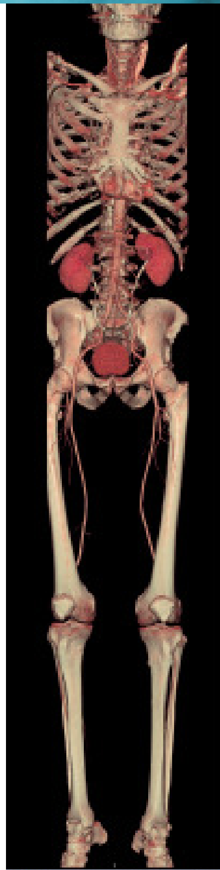
Organización Panamericana de la Salud



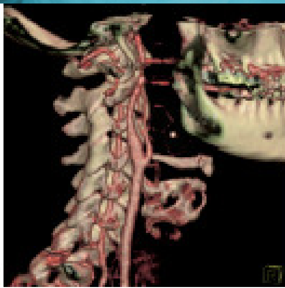
Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Procedimiento	Dosis Efectiva mSv	Meses de BG natural
Muy Baja Dosis		
Densitometría ósea	0.0002	0.001
Baja Dosis		
Skull series	0.05	0.3
Chest PA	0.05	0.3
Extremity	0.1	0.6
Thoracic Spine AP	0.5	3
Lumbar Spine AP	1	6
Mammography 2views	1	6
Abdomen AP	1	6
Dosis Intermedia		
Pelvis AP	1.6	9.6
Head- CT	2	12
Upper GI Series	2.8	30
IVP	3	24
Lower GI Series	5	24
Dosis más Altas		
Chest CT	7	42
Abdomen CT	9	54
Pelvis CT	9	54
Cardiac Angiogram	8	48
Natural Background	2	12

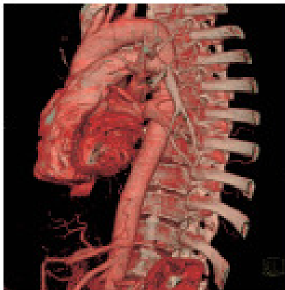
Aplicaciones de CT, aumento continuo



[2] Whole body arterial run-off



[3] Sagittal VRT-zoom of the right carotid bifurcation. No relevant stenosis is seen; note the detailed depiction of the right vertebral artery.

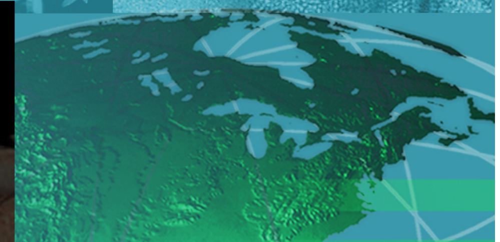


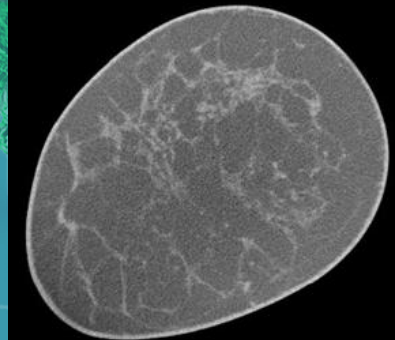
[4] VRT of the ungated aortic arch.

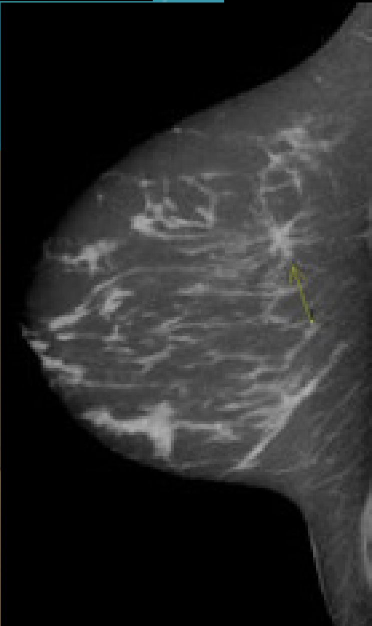


[5] VRT-zoom at the proximal thigh: The distal common femoral artery, the superficial femoral artery, as well as the deep femoral artery are homogeneously contrasted.











CT de Mama



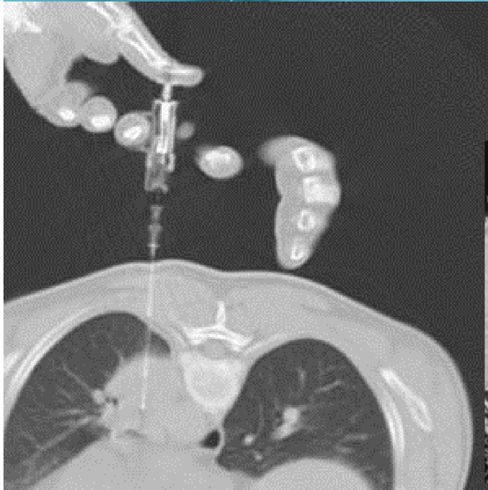


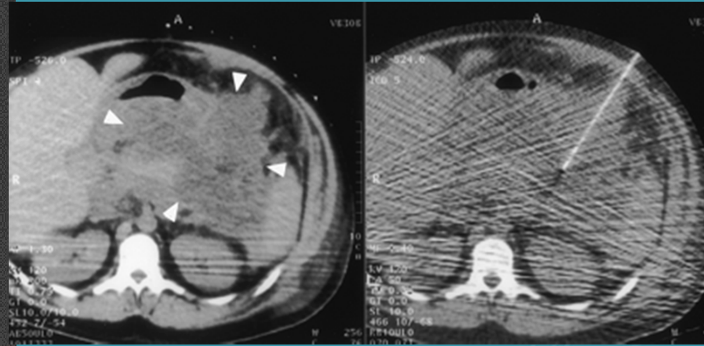
Organización Panamericana de la Salud

Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Aplicaciones de CT, aumento continuo

CT -Fluor





MDCT: más imágenes, más rápido, mayor volumen



MDCT Promising for Diagnosing Coronary Disease

Sixteen-slice multidetector computed tomography (MDCT) is demonstrating promise for diagnosing coronary artery atherosclerosis and could soon serve as an alternative to electron beam CT, a scanning

MDCT Angiography Detects Mesenteric Artery Blockage

A new study has shown that multidetector computed tomography (MDCT) angiography is a non-

Angiografía con CT: aumento de la frecuencia en adultos y en pediatría

MDCT Angiography Accurate and Safe for Children

Multidetector computed tomography (MDCT) angiography appears to be a safe and effective alternative to traditional angiography in imaging children suspected of having blocked arteries in the arm, hand, thigh, and leg, according to a new study.

The study included six children who had been referred for imaging to exclude arterial occlusion and stenosis or for preoperative assessment before reconstructive surgery, according to Dr. Musturay Karcaaltincaba of Hacettepe University School of Medicine (Ankara



Organización
Panamericana
de la Salud



Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Tendencia: Nuevas aplicaciones clínicas

CT Gains Acceptance in Urology

Computed tomography (CT) cystoscopy and urography are becoming the methods of choice for evaluating the urinary system, potentially supplanting radiography techniques such as retrograde or intravenous pyelography (IVP) as frequently as

excretory urograp
(14 men, 17 wom
had all undergone
"It's a four-pha

Virtual Colonoscopy Increases Screening, Saves Lives

Colorectal cancer is very curable with early screening and detection. However, because the conventional screening method — optic

CT May Improve Diagnosis of Latent Atherosclerosis

A group of researchers has discovered that stress tests may not effectively screen for latent atherosclerosis. These findings suggest than many patients who have normal stress tests could benefit from additional screening for coronary calcium deposits

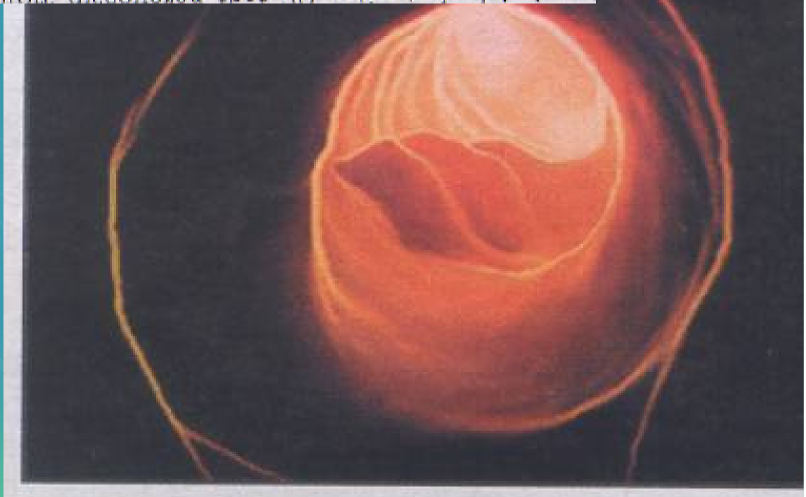
referred by their physicians, followed by coronary calcium s
ning within six months at Cedars-Sinai. The patients' me
age was 58, and approximately 73% of these patients were r





de la Salud

Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

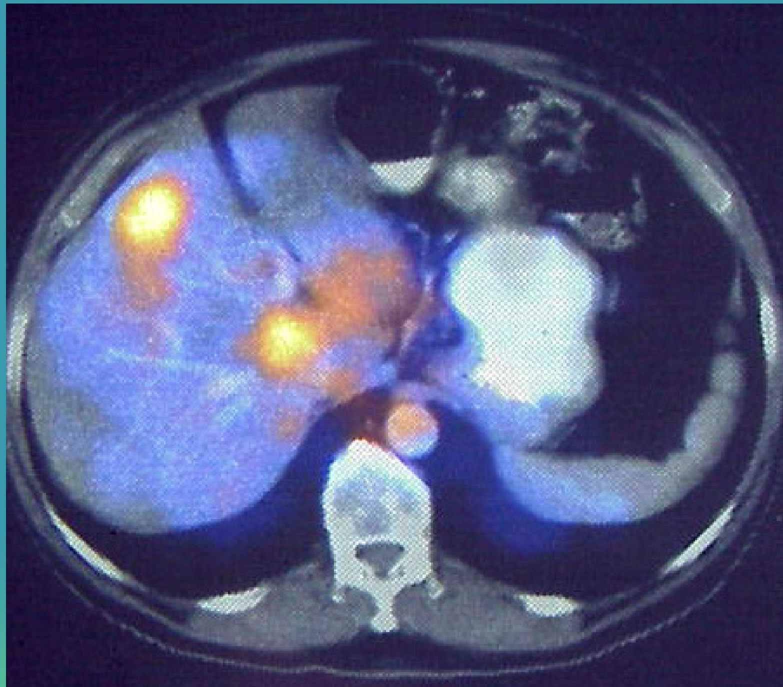


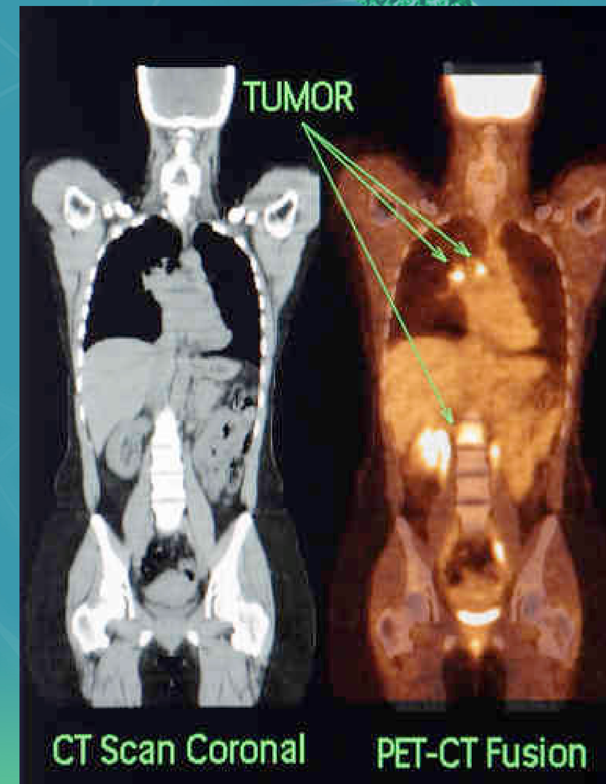
Ateroma en carótida interna

Tendencia: PET / CT en aumento

Fusion Imaging Becoming a Clinical Reality

usion imaging, hypothetically possible between many accessible modalities, is quickly be
not just a clinical reality but a clinical criterion in the form of positron emission tomograph
ted tomography (PET-CT). It is crucial, as a result, for imaging technologists and radiation th





Preocupación con la exposición a pacientes, en especial en pediatría

Physicians, Patients Uninformed of CT Radiation Dose

A new report has highlighted that both patients and their physicians do not really know how much radiation is generated by a computed tomography (CT) scan. It is consider-

CT Overused for Detecting Pulmonary Embolism

Recently, there has been a remarkable increase in the number of patients undergoing computed tomography (CT) scans of th…

monary embo… proportionate…



CT scans in children linked to cancer

By Steve Sternberg, USA TODAY

Each year, about 1.6 million children in the USA get CT scans to the head and abdomen — and about 1,500 of those will die later in life of radiation-induced cancer, according to research out today.

What's more, CT or computed tomography scans given to kids are typically calibrated for adults, so children absorb two to six times the radiation needed to produce clear images, a second study shows. These doses are "way bigger than the sorts of doses that people at Three Mile Island were getting," David Brenner of Columbia University says. "Most people got a tenth or a hundredth of the dose of a CT."

Caution Urged in Use of Pulmonary CT in Women

Radiologists are encouraging their cohorts to consider other options before utilizing computed tomography (CT) in the diagnosis of pulmonary embolism in women under the age of 55 because of the radiation dose of these scans.

Chest CT plays an important role in the diagnosis and treat-

to three times greater with methods that utilize overlapped scanned regions of interest (such as nonenhanced and enhanced scans), and 30-50% greater with the newer multidetector CT (MDCT) scanners. One millisievent (mSv) of radiation exposure may be tied with five additional cancers in 100,000 exposed

CT Not Always Necessary for Children with Head Trauma

…and to create an easy-to-use kit for use in dental practice…

…uffer memory problems or get knocked out after a blow …o not always require a computed tomography (CT) scan …auma, according to scientist…

Kuppermann of UCDavis. He reported that one in f…

Screening con CT

- Cáncer de Pulmón – Estudio USA
- Escore de Calcio para Aterosclerosis - ?
- Angiografía Coronaria - ?
- Colonografía Virtual - ?
- Cuerpo entero - NO
- Mamografía - NO

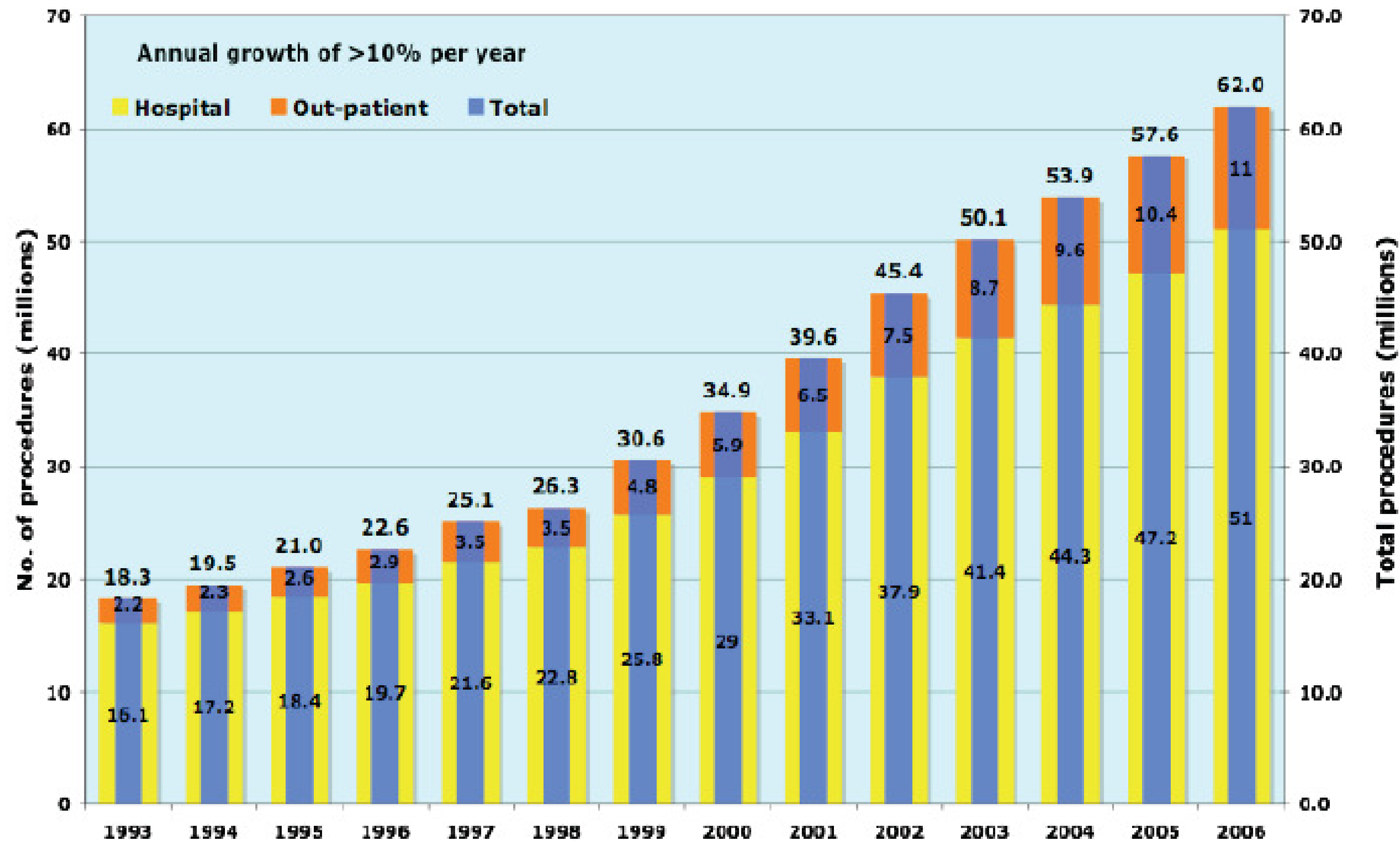
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Aumento de la frecuencia de estudios

- Veinte años atrás, un CT de tórax duraba minutos, hoy se puede obtener en un único movimiento de inspiración
- La CT-fluoroscopia y otros procedimientos intervencionistas, están sustituyendo en algunos casos las intervenciones guiadas por ultra-sonido
- Recientemente el screening por CT pasó a ser considerado
- Práctica de la medicina defensiva

Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Número de procedimientos - USA

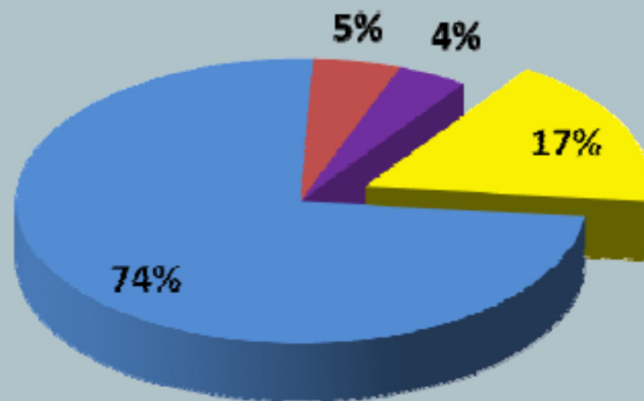


IMV Benchmark Report on CT, 2006

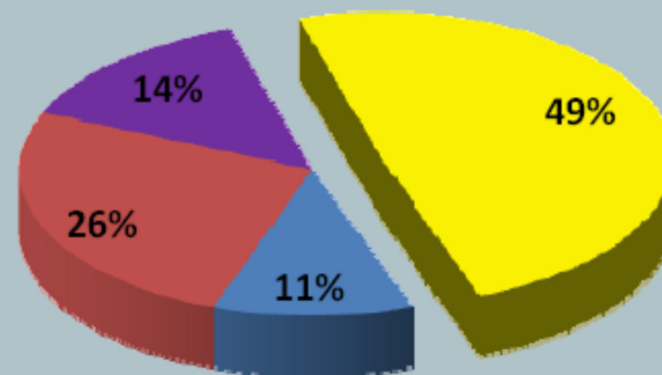
Exposición a Radiaciones: CT

Contribución de la CT a las exposiciones médicas

Percentage of Diagnostic Imaging Studies



Percentage of Radiation Exposure



- Radiography
- Nuclear Medicine
- Interventional
- CT

¿Por qué las dosis están aumentando?

- Al contrario de la radiografía, donde una sobre-exposición resulta en el ennegrecimiento de la película, en CT se obtiene mejor calidad de imagen con exposiciones más altas.
- Tendencia a aumentar el volumen irradiado en un examen.
- Los CTs helicoidales modernos involucran el barrido del volumen sin intervalos entre cortes y con la posibilidad de barridos sobrepuestos.
- Repetición de exámenes de CT.
- Se usan los mismos factores de exposición para niños y adultos
- Se usan los mismos factores para pelvis (región de alto contraste) que para abdomen (región de bajo contraste)

¿Riesgos de Efectos Determinísticos o Estocásticos?





Clasificación de los efectos biológicos

- **Deterministas**
  - Existe un nivel de umbral
  - La severidad del daño depende de la dosis
  - Ejemplos: enrojecimiento de la piel, retraso mental y del crecimiento, SAR, SCR, hipotiroidismo, esterilidad, teratogénesis
- **Estocásticos**
  - No existe umbral
  - La probabilidad de incidencia es función de la dosis
  - Ejemplo: cáncer y efectos genéticos

Protección Radiológica en CT: Disminuir Riesgos

Objetivos:

- **Prevenir la ocurrencia de los efectos determinísticos de las radiaciones ionizantes manteniendo las dosis inferiores a los umbrales**

- **Reducir la inducción de los efectos estocásticos**




Efecto Determinístico: "enrojecimiento de la piel"

Sobre-exposición en Pediatría



- Niño de 2 años y medio de edad, con dolor en el cuello después de caerse de la cama. El técnico de rayos-X activo 151 veces el TC en la misma zona de la cabeza, más de una hora de examen.

Efecto Determinístico: “alopecia” CTA perfusión cerebral

Cedars-Sinai Medical Center – Durante 18 meses la dosis recibida por 206 pacientes fue 8 veces la dosis de radiación habitual para exámenes de CT perfusión cerebral.





over CT scan overradiation

By Challen Stephens
December 15, 2009, 4:55PM



Special to The Times

Becky Coudert shows hair loss she believes was caused by an overdose of radiation from a CT perfusion scan.

HUNTSVILLE, AL -- P
may have received hig
radiation during routin
filed a class action law
Alabama today, accusi
manufacturer, G.E. Hea
poor safety features in
of the scanner.

The U.S. Food and Dru
Administration recently
that CT perfusion scan
used to check for block
injuries in the brain, pr
hundreds of patients in
and Huntsville with rou

FDA Nota de prensa, Nov. 9, 2010

FDA trabaja para prevenir sobre exposiciones en estudios CT

- Desde el 2009 la FDA ha investigado varios casos de sobreexposición en pacientes de CT perfusión cerebral, desde 2008 al 26 de octubre de 2010.
- La agencia también inspeccionó a los fabricantes de equipos.
- Datos de al menos 385 pacientes que recibieron dosis excesivas durante exámenes de CT perfusión cerebral, muchos de ellos para confirmar la presencia de infarto, en 5 hospitales en California y 1 en Alabama.
- Usados correctamente, los equipos no provocaron la sobreexposición. El uso inadecuado provocó la sobreexposición.
- Sin embargo, hay áreas de mejoras para la seguridad. (Intercambio con fabricantes de CT)

FDA Nota de prensa, Nov. 9, 2010

Algunos de los cambios incluyen:

- **Una alerta en la consola del operador de las altas dosis de radiación.**
- **Brindar información y capacitación sobre protocolos de perfusión cerebral a todas las instituciones que adquieran un CT, independientemente de si compraron o no el software para el análisis cuantitativo de la hemodinamia cerebral.**
- **Clarificar los parámetros que afectan la dosis, con instrucciones claras sobre cómo usar apropiadamente esos parámetros.**
- **Organización de toda la información relacionada con la dosis en una sección dentro de cada manual de usuario, en un manual dedicado a dosis o incorporado de manera apropiada en todos los manuales.**

Riesgo de efectos estocásticos en Diagnóstico por Imagen

– Relación entre la exposición a la radiación y el riesgo de cáncer a bajas dosis está poco clara.

– Para probar esta relación se necesitarían estudios con millones de individuos.

– Las hipótesis se deben hacer con base en otras formas de exposición a las radiaciones ionizantes.

Fuente más utilizada: sobrevivientes de las bombas atómicas.

– Fuentes adicionales de estimaciones de riesgo:

- relatorías de ICRP y UNSCEAR.

Datos de Sobrevivientes de Bombas Atómicas

- **35.000 sobrevivientes expuestos a dosis < 150mSv**
- **Seguimiento para incidencia de cáncer por 55 años**
- **Evidencia estadísticamente significativa de riesgos entre 5-150 mSv**



Pierce, DA and Preston, DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. Radiation Research, 200, 154(2): p. 178-86.

Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Comparación de Riesgos

Pacientes con 45 años o más

- Riesgo de cáncer debido a CT muy bajo
- Alta prevalencia de cáncer en pacientes con más de 45 años
- Pueden no vivir tiempo suficiente para presentar una mutación
- En general, la edad reproductiva ya pasó.

Niño de 10 años

- Larga expectativa de vida e que la mutación pudiera manifestarse.
- Tejidos inmaduros, los sistemas del cuerpo están en rápido desarrollo, más radio sensibles.
- Mutaciones podrían pasar a la descendencia.

CT Pediátrico

Riesgos de radiación en los niños: No hay debate

- ✓ Dosis en órganos mucho más grandes que para adultos
- ✓ La utilización de CT pediátrico esta creciendo rápidamente, la mayoría con muchos años de vida por delante
- ✓ Niños son mucho más sensibles a cáncer radio inducido que los adultos

Si se usa el mismo protocolo de cabeza:

- Dosis en Adulto: 1.5 mSv
- Dosis en niño: 6 mSv



Justificación

Ninguna práctica que involucre exposición a la radiación se debe autorizar, salvo que produzca **suficiente beneficio para la persona expuesta o la sociedad** de modo que compense el detrimento que esta pueda causar.

Hay que considerar:

- los **beneficios** diagnósticos y el **daño** potencial
- **técnicas alternativas disponibles** que no involucren radiación
- **justificación individual** para procedimientos especiales

Control de la Dosis en CT

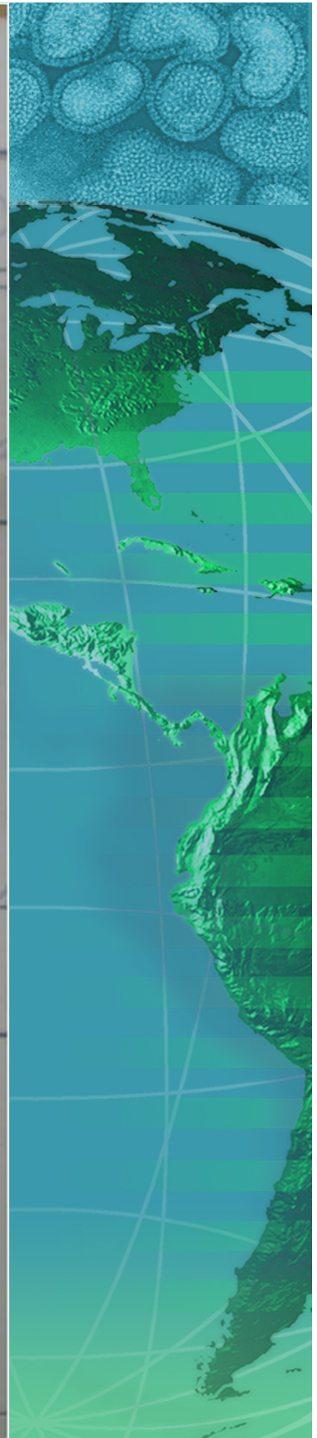
Amplio Campo para la Justificación:

- Responsabilidad tanto del médico que prescribe como del radiólogo en la justificación, evitando exámenes innecesarios.
- Necesidad de un espacio dentro del flujo del servicio para el análisis de la justificación individual de exámenes solicitados.
- Mecanismo de comunicación entre el médico que solicita el examen y el radiólogo
- El especialista en imagenología deberá tener la autoridad necesaria para rechazar los estudios que no se justifiquen.
- Evitar la práctica de la medicina defensiva



5261

FECHA			MOTIVO DE CONSULTA
DIA	MES	AÑO	
HISTORIA DE LA ENFERMEDAD ACTUAL			MILEYDIS ROBAINA
EXAMEN FISICO			L-4 L5 L5-S
IMPRESION DIAGNOSTICA			TAC de columna total
CONDUCTA			





Organiza
Panamer
de la Sa

Oficina Regional de la
Organización Mu

Optimización

- Los exámenes de CT deben realizarse bajo la **responsabilidad de un médico radiólogo** de acuerdo con la normativa nacional
- Tener disponibles protocolos estándar de examen.
- La utilización óptima de las radiaciones ionizantes involucra todo el proceso:
  - la calidad diagnóstica de la imagen
  - la dosis de radiación para el paciente
  - la elección de la técnica radiológica (optimización del protocolo)

Optimización

- Limitarse al volumen necesario
- Parámetros de exposición:
  - Asegurar el mejor balance: Calidad de la imagen - Dosis
  - Ajustar de acuerdo con tipo de examen y características del paciente...en especial para los niños
  - Utilizar el control automático de dosis
  - Reducir mAs siempre que lo permita el nivel de ruido aceptable (se puede reducir hasta un 50%, según ICRP 87)
  - Utilizar dispositivos de inmovilización y de blindaje para los órganos sensibles cuando posible
  - El barrido pre-contraste es necesario?

Exámenes Múltiples de CT

- 30% de los paciente que sometidos a examen de CT hicieran por lo menos 3 exámenes

- 7% de los paciente que sometidos a examen de CT hicieran por lo menos 5 exámenes

- 4% de los paciente que sometidos a examen de CT hicieran por lo menos de 8 exámenes

(Mettler *et al* 2000)


Organización Panamericana de la Salud


Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Control de la Dosis en CT

La mayoría de los fabricantes incluyen coeficientes de reducción de dosis para los diferentes protocolos clínicos teniendo en cuenta diferentes grupos etáreos o en función del peso.

PHILIPS

Home | New Exam | Protocols | Plan Scan | Viewing | Filming | Post Processing | End Exam

Patient not selected

New | Current | Anonymous | Catalog | Scheduled

Patient ID: 012345 — PreFetch

First Name: Jhon

Last Name: Brown

Middle Name: Smith

Date of Birth (YYYY / MM / DD): 1950 / 1 / 1

Age

Age Group: Adult

Gender: Male

Patient's Weight: 61-80 Kg's

Voice Language: FRENCH

Accession Number

Other Patient ID

Patient Comments

Ethnic group

Referring Physician: Dr. Dandy

Requesting Physician: Dr. Glen

Operator Name: Mathew

Requesting Department

Requested Procedure: CTA Abdomen/w/wo

Position

Decubitus

LT Decub. | RT Decub. | RT Decub. | LT Decub.

Disk 57.3G | EOD | Q:0 F:0

Time 10:38:20 AM

Actual Dose

CTDIvol

DLP

Edit scan protocol

kV | mAs | Sec

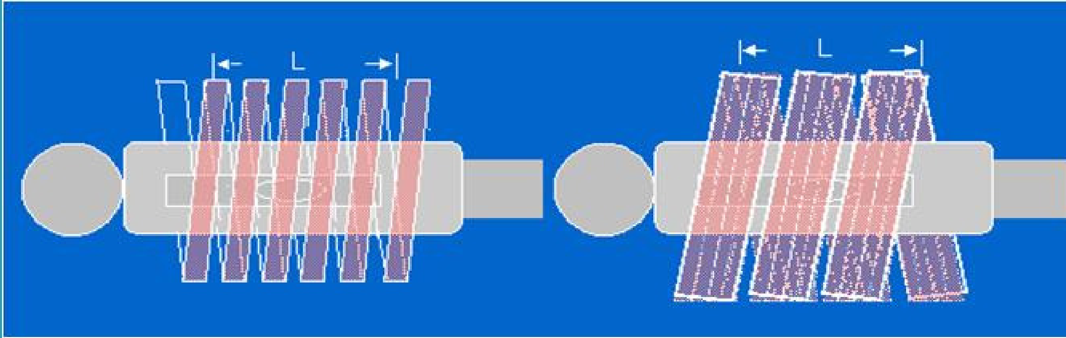
Exam Protocol Groups



Organización Panamericana de la Salud

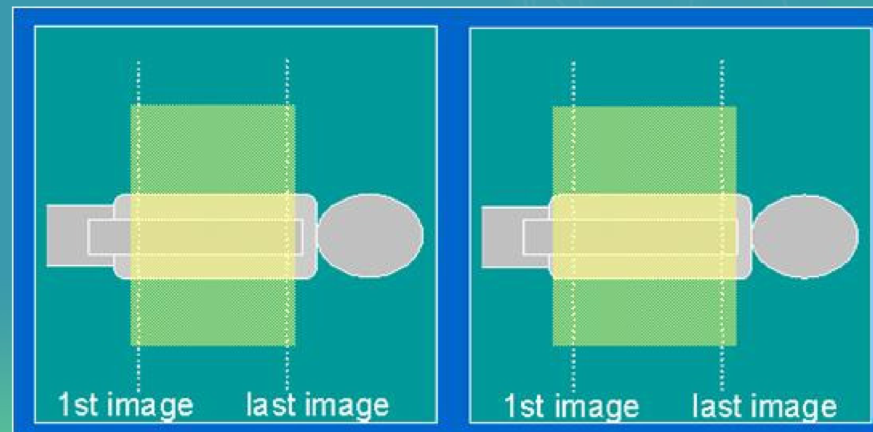
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

CT Helicoidal MSCT



- No se puede ignorar la irradiación extra en los extremos del volumen irradiado.

- Helicoidal monocorte requiere en general media rotación o una rotación adicional en los cortes extremos para la interpolación.
- MSCT requiere una rotación extra de todo el arreglo de detectores





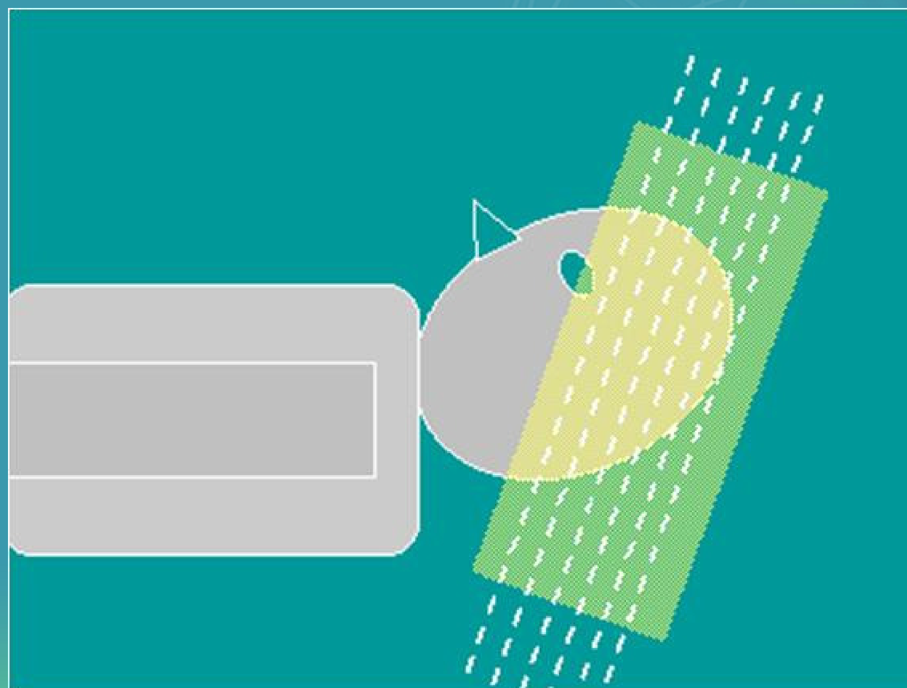
Organización Panamericana de la Salud

Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

CT Helicoidal MSCT

Irradiación Extra en Helicoidal

- Es significativa para barridos cortos y cuando se protege órganos sensibles





Organización Panamericana de la Salud



Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

CT Helicoidal MSCT

- Puede tener un aumento de 10-30% con un CT multicortes
- En MSCT, el empleo de cortes muy finos y tiempos de rotación tan bajos requieren el empleo de mayores valores de mA por rotación para mantener bajos los valores de ruido.
- Requiere una mayor eficiencia de los detectores y capacidad del tubo de RX.

Control de la Dosis en CT

Protectores externos

Protectores de látex revestidos con bismuto, para proteger órganos como los ojos, tiroides y mamas.







Organización Panamericana de la Salud



Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud

Reducción del riesgo: Control de la Dosis en CT

Entrenamiento de técnicos y médicos







Organización Panamericana de la Salud

Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud



Gracias

fleitasi@paho.org



Organización Panamericana de la Salud



Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud